

삼상 계통연계형 배터리 급속충전시스템에 관한 연구

이영진, 한동화, 반중환, 김영우*, 성백서*, 은종목*, 최규하
 Konkuk대학교, (주)파워웰*

A Study on the Grid Connected Battery Charge System

Young Jin Lee, DH Han, CH Ban, JM Eun*, Gyu Ha Choe
 Konkuk university, Power Well*

ABSTRACT

본 논문에서는 삼상 AC-DC 컨버터와 강압컨버터를 이용한 배터리 충전장치를 제안한다. 제안 하는 배터리 충전시스템은 상용전원뿐만 아니라 태양광시스템의 MPPT제어를 통하여 최대전력을 공급받아 급속충전시스템의 CV/CC(정전압/정전류) 모드 제어를 통해 배터리를 빠르게 충전한다.

1.서론

현재 화석연료의 고갈과 그 사용으로 인한 이산화탄소의 배출의 문제가 대두되고 있으며, 이로 자동차 업계에서는 전기로 동력을 전달받는 전기자동차의 연구가 활발히 진행 중에 있다. 전기자동차는 한번 충전으로 일정시간 이상동안 운전이 가능한 전력밀도가 높은 배터리가 요구되며, 기존에 널리 사용되었던 납축전지로는 만족하기 힘들다. 그로인하여 전력밀도가 높아 장시간 운전이 가능하며, 급속 충전이 가능한 리튬계열의 배터리의 사용이 요구된다.[1]

또한 신재생에너지의 사용을 극대화 하기 위하여 본 연구에서는 리튬계열 배터리의 충전장치, 신재생에너지원(태양광)과 계통을 결합한 시스템을 제안하며 태양광 발전량과 배터리의 충전시간의 모의시나리오 만들어 실험을 통하여 본 시스템의 타당성을 입증하고자 한다.

2.충전시스템의 구성 및 동작

2.1 시스템의 구성

제안하는 시스템의 구성은 그림 1과 같이 3개의 시스템으로 구성되며 각각의 시스템은 DC링크에 공통으로 연결되어 배터리의 충전상태와 태양광의 발전량에 따라 시스템이 동작특성이 결정된다. ①번 시스템은 삼상 계통연계형 PWM 컨버터로 배터리 충전에 필요한 전력을 계통으로부터 공급하며 태양광의 발전 에너지 중 배터리에 공급하고 남은 전력을 계통으로 발전하는 기능을 한다. ②번 시스템은 PV용 부스트 컨버터로 MPPT제어를 통해 태양광 발전전력의 최대전력점을 추종하며 발전된 전력을 배터리 또는 계통으로 공급한다. ③번 시스템은 배터리 충전시스템으로 CC/CV(정전류/정전압)제어를 통해 배터리를 충전하는 기능을 한다. 마지막으로 ④는 리튬계열 배터리로 본 연구에서는 14개의 셀이 직렬로 구성되어 있는 50[V], 40[AH]의 용량을 갖는 리튬폴리머 배터리를 사용하였다.

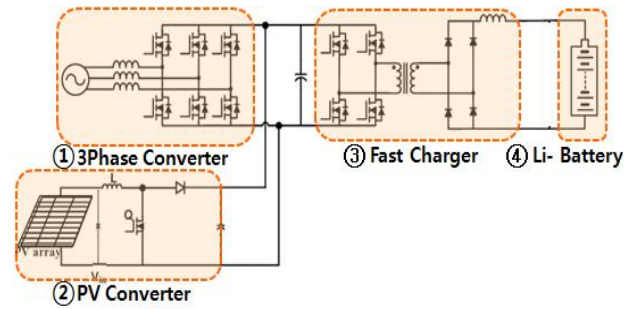


그림 1 삼상 계통연계형 배터리 충전시스템.
 Fig. 1 Grid connected battery charge system.

2.2 시스템의 동작모드

전체 충전시스템의 동작은 그림 2와 같이 배터리 충전방식에 따라 그리고 일사량에 따라 총 4개의 동작 모드를 갖으며 운전된다. 급속충전의 경우 2C 또는 3C(80[A]-120[A])의 CC모드로 배터리를 빠르게 충전하며, 일정전압 이상에서 CV모드로 충전을 완료하여 완전 충전시에 태양광의 출력을 계통으로 발전한다. 완속충전의 경우에는 태양광 출력으로 1C(40[A]) 또는 그 이하의 전류로 배터리를 느리게 충전하며, 남은 에너지는 계통으로 발전한다. 마지막으로 저일사량 또는 일몰시에는 계통의 전력만이 배터리를 충전하게 되며 이러한 동작모드는 시스템 전력제어를 통해 유기적으로 이루어진다.

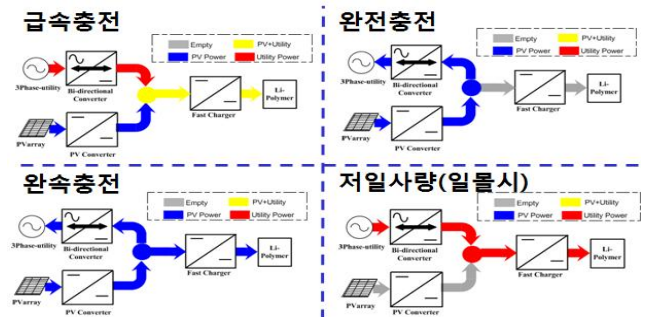


그림 2 시스템의 동작모드.
 Fig. 2 Operation mode of the system.

2.3 충전시스템의 제어

전체 충전시스템의 제어방식은 그림 3의 시스템 제어회

로도에 나타내었으며, 식(1)과 같이 PV-어레이 출력과 계통전력 그리고 배터리 충전전력 사이의 차를 순서적으로 영이 되도록 제어를 하여 배터리의 충전상태와 일사량에 따른 모드 변화를 원활하게 한다. 또한 배터리 충전 모드의 제어는 식(2) 와 (3)과 같이 배터리의 충전량(SOC)과 충전전압에 의해 CC(정전류)모드로 급속충전 전류제어를 하며, 일정전압 이상이 되면 CV(정전압)모드로 완전충전이 될 때 까지 제어를 한다.

$$P_{utility} = P_{PV} - P_{batt} \quad (1)$$

$$CV \text{ mode} : P_{batt} > SOC^*(State \ Of \ Charge) \quad (2)$$

$$CC \text{ mode} : P_{batt} < SOC^*(State \ Of \ Charge) \quad (3)$$

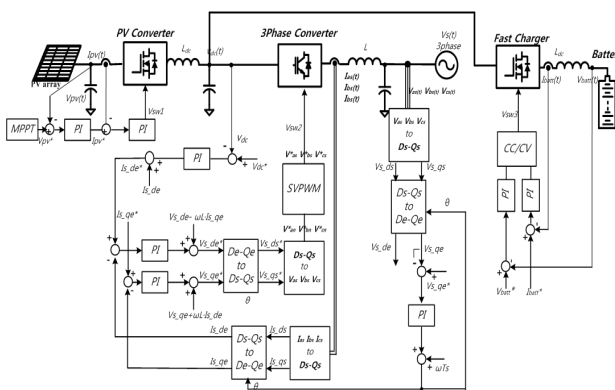


그림 3 시스템 제어 회로도.
Fig. 3 The system control schematic.

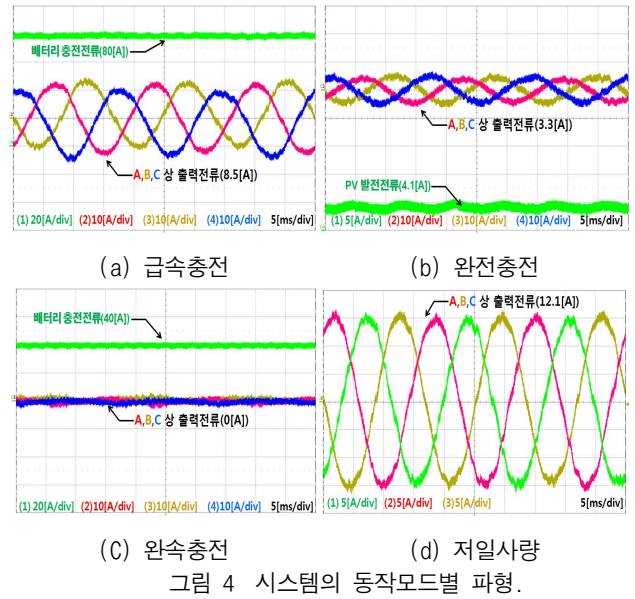
3. 실험 결과

앞에서 구성한 내용을 바탕으로 다음과 같이 삼상 계통연계형 배터리 충전시스템을 제작하였으며,

- 삼상 PWM 컨버터 : 정격용량 7[kW] (출력 220V, 18A)
- PV 부스트컨버터 : 정격용량 3[kW] (출력 360V, 8A)
- 급속 충전용 컨버터 : 정격용량 7[kW] (출력 70V, 100A)
- 제어부 : TMS320F28335

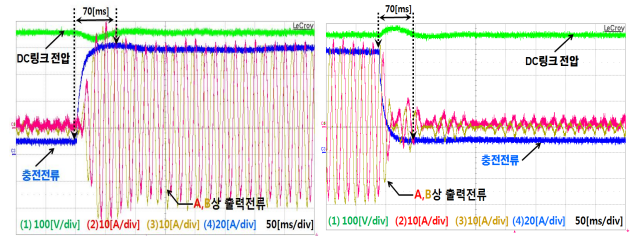
실험을 통하여 시스템의 동작모드별 삼상 PWM 컨버터의 전류 및 배터리 충전전류를 그림 4를 통해 확인할 수 있다. (a) 급속충전의 경우 배터리 충전전류는 80[A]의 정전류로 제어되며 전력은 PV에서 1[kW] 계통에서 [3kW]의 전력을 공급 받으며, 완전충전시 (b)와 같이 PV의 1[kW]출력 전력이 계통으로 발전하게 된다. (c)는 배터리가 완속충전을 할 경우 이며 이때 충전전류 40[A]는 모두 PV에서 공급하게 되며, (d)의 경우는 저일사량 또는 일몰시의 경우로 충전전류 80[A]를 모두 계통에서 공급함을 확인 할 수 있다.

그림 5는 시스템의 과도상태를 나타내며, (a)는 배터리 충전전류의 레퍼런스를 10[A](10%)에서 80[A](80%)로 변화시 (b)는 80[A](80%)에서 10[A](10%)로 변화시 시스템의 각부파형을 나타내며, 오버슈트 없이 비교적 빠른 과도상태를 갖으며 정상상태에 도달함을 확인 할 수 있다.



(a) 급속충전 (b) 완전충전
(c) 완속충전 (d) 저일사량
그림 4 시스템의 동작모드별 파형.

Fig 4 Waveform of the system in each mode.



(a) 10[A] -> 80[A] (b) 80[A] -> 10[A]
그림 5 부하 변화시 과도상태.

Fig 5 Transients during load changes.

4. 결론

본 논문에서는 배터리 충방전 특성을 고려한 충전용 DC-DC 컨버터를 구성하여 급속충전 및 완속충전이 가능하도록 CV/CC 모드의 실험을 수행하였으며, 삼상 계통연계형 PV시스템과 연결하여 배터리 충전전력을 계통에서 뿐만 아니라 PV-어레이에서도 공급 받을 수 있도록 전력제어를 수행하여 안정적이고 신뢰성 있는 동작특성을 확인하였다.

○ 본 연구는 중소기업청의 중소기업 기술혁신개발사업 “미래선도과제”의 일환으로 수행되었습니다.

참고 문헌

- [1] Yuh-Shyan Hwang "New Compact CMOS Li-Ion Battery Charger Using Charge-Pump Technique for Portable Applications" IEEE TRANSACTIONS. APRIL.2007
- [2] 최규영, 김중수, 이병국, 원충연,이태연 "태양광 전력변환장치 일체형 양방향 배터리 충전기 시스템" 전력전자학회 2010년도 전력전자학술대회 논문집 2010.7, pp. 192~193(2pages)